·临床研究·

口腔种植修复中使用数字化导板技术的效果观察

孙士家 王伟* 陈苗苗

（徐州医科大学附属口腔医院，徐州 221000）

【摘要】 **目的** 探讨口腔种植修复中使用数字化导板技术的临床应用效果。**方法** 选取2024年1月—12月期间医院收治的80例口腔种植修复患者作为研究对象，随机分为对照组和研究组，每组各40例。对照组采用传统方法实施口腔种植修复，研究组采用数字化导板技术辅助口腔种植修复，比较两组患者的种植体精准程度、口腔修复效果、并发症发生情况、口腔功能及生活质量。**结果** 研究组的种植体颈部偏差、根尖部偏差、深度偏差及角度偏差均显著低于对照组，差异有统计学意义（t=6.402、4.435、9.521、9.707，P<0.001）；研究组的冠部偏差低于对照组，差异有统计学意义（t=2.465，P<0.05）。研究组口腔修复总有效率（95.00%）高于对照组（77.50%），差异有统计学意义（χ^2=5.164，P<0.05）；研究组并发症总发生率（5.00%）低于对照组（20.00%），差异有统计学意义（χ^2=4.114，P<0.05）。修复后，研究组的咬合力和咀嚼效率均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）；修复后，研究组4个维度的生活质量评分均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）。**结论** 在口腔种植修复中使用数字化导板技术可显著提高种植体精准程度、患者的咀嚼功能和生活质量，降低并发症的发生，具有较高的临床应用价值。

【关键词】 口腔种植；数字化导板；修复效果；并发症

【中图分类号】 R783.3 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202602010

Observation on the effect of digital guide plate technology in oral implant prosthetic restoration

Sun Shijia, Wang Wei, Chen Miaomiao*

(The Affiliated Stomatological Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China)

【**Abstract**】 **Objective** To explore the clinical application effect of digital guide plate technology in oral implant restoration. **Methods** A total of 80 patients undergoing oral implant restoration in the hospital from January to December 2024 were selected as the research subjects and randomly divided into a control group and a study group, with 40 cases in each group. The control group was treated with traditional methods for oral implant restoration, while the study group was assisted by digital guide plate technology for oral implant restoration. The accuracy of the implants, the effect of oral restoration, the occurrence of complications, oral function and quality of life were compared between the two groups. **Results** The deviations of the implant neck, apex, depth and angle in the study group were significantly lower than those in the control group, and the differences were statistically significant (t = 6.402, 4.435, 9.521, 9.707, P<0.001); the deviation of the implant crown in the study gruop was lower than that in the control group (t=2.465, P<0.05). The total effective rate of oral restoration in the study group (95.00%) was higher than that in the control group (77.50%), with a statistically significant difference (χ^2=5.164, P < 0.05); the total incidence of complications in the study group (5.00%) was lower than that in the control group (20.00%), with a statistically significant difference (χ^2=4.114, P < 0.05). After restoration, the bite force and masticatory efficiency in the study group were higher than those in the control group, with a statistically significant difference (P < 0.05); after restoration, the quality of life scores in the four

第一作者：孙士家，男，硕士研究生，主治医师，研究方向：材料学及口腔修复临床研究

通信作者：王伟，男，本科，主任医师，研究方向：口腔修复临床研究

dimensions of the study group were higher than those of the control group, with a statistically significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion** The application of digital guide plate technology in oral implant restoration can significantly improve the accuracy of implants, the masticatory function and quality of life of patients, and reduce the occurrence of complications, which has high clinical application value.

【**Key words**】 Oral implantation; Digital guide plate; Restoration effect; Complications

随着生活质量的快速提高，人们的健康意识也得到了显著提升，口腔健康维护逐渐得到重视，这也促使口腔医疗行业快速发展。近年来，随着口腔科种植技术的普及，牙列缺损患者往往将种植修复作为首选的治疗方法[1]。传统的种植手术主要依靠术者的主观意识和经验，在种植体植入过程中往往无法精确定位种植体的三维位置，在修复后误差较大[2]。在医疗技术的快速进步下，数字化口腔技术得到应用与发展，该技术融入多学科特点，可以提高修复精确性与有效性。数字化口腔技术包含数字化光学扫描技术、计算机辅助设计与制造技术（computer-aided design/computer-aided manufacturing, CAD/CAM）和3D打印技术等[3-5]，通过多种技术的合理应用可以使得修复过程更为高效、精准[6]。在种植修复过程中使用数字化技术，以修复为导向设计种植体的规格和植入位置，可以使种植体更精准地植入牙槽骨中，从而帮助患者更好地恢复咀嚼功能。基于此，本研究以徐州医科大学附属口腔医院2024年1月—12月收治的80例牙列缺损患者为研究对象，探索数字化导板技术在口腔种植修复中的应用效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2024年1月—12月期间医院收治的80例口腔种植修复患者作为研究对象，采用随机数字表法将患者分为对照组和研究组，每组各40例。对照组男性18例，女性22例；年龄21～63岁，平均年龄（48.41 ± 3.41）岁；病程1～4年，平均病程（2.05 ± 0.41）年；体质指数21.10～26.90 kg/m^2，平均体质指数（23.78 ± 0.95）kg/m^2。研究组男性20例，女性20例；年龄20～64岁，平均年龄（48.37 ± 3.56）岁；病程1～4年，平均病程（2.09 ± 0.33）年；体质指数21.30～27.00 kg/m^2，平均体质指数（23.82 ± 0.87）kg/m^2。两组患者一般资料比较差异无统计学意义（$P>0.05$）。本研究获得医院伦理委员会批准（审批号：2023-039），所有患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准：①缺失牙时间>3个月；②种植区骨量充足，牙龈及牙周状况良好，邻牙无松动，对颌牙无伸长；③了解研究内容并自愿开展。排除标准：①临床资料不完善；②精神疾病或认知障碍；③中途退出研究者。

1.3 方法

患者在种植修复前均需要统一进行相关检查和准备。首先对患者的口腔状况和全身状况（血常规、术前四项、空腹血糖、血压及心电图等）进行全面系统的检查，明确缺失牙的数量、牙槽骨体积与形态、口腔牙齿咬殆状况等。随后采用口腔锥形束CT（cone beam CT, CBCT）扫描仪（Planmeca ProMax 3D，芬兰普兰梅卡有限公司）对患者缺失牙区域内的骨质状况进行测定。本研究所有治疗操作均系一人完成且在治疗前均对患者治疗部位行局部麻醉。

（1）对照组采用传统方法实施口腔种植修复。医生结合患者CBCT观察结果，对种植修复体大小进行模拟，局部麻醉后进行切开和翻瓣，做好扩孔与备洞操作后，根据牙齿缺失位置进行种植体（Straumann BLT，瑞士士卓曼集团）的植入，然后佩戴愈合基台并缝合切口。在操作完成后需要利用CBCT扫描仪拍片，观察种植体植入情况，并告知患者在手术10 d后进行复查。若在复查过程中没有发现任何并发症或者不良反应，则可以进行拆线。手术3个月后，再次进行复查，旋出愈合基台，由医护人员帮助患者佩戴种植修复体。

（2）研究组采用数字化导板技术辅助口腔种植修复。①数据采集与导板设计：采用高精度光

学扫描仪（3Shape TRIOS，丹麦 3Shape公司）获取患者口腔三维图像，将图像数据与CBCT数据导入GuideMia 种植导板设计软件进行拟合，根据患者牙槽骨条件、咬𬌗关系设计种植体规格、植入三维位置及导板导向孔。②导板制作：采用光固化3D打印机（Formlabs Form 3B+，美国Formlabs公司），选用医用级光敏树脂打印制作种植导板，打印完成后经UV固化20 min备用。③种植手术：局部麻醉后切开翻瓣，将种植导板精准置入术区并固定，沿导向孔行级差备洞，置入匹配型号种植体（Straumann BL/BLT，瑞士士卓曼集团），撤出导板后缝合切口。术后行影像学检查评估种植体位置，告知患者10 d后复查，无异常者拆线；3个月后复查并佩戴种植修复体。种植导板术前设计见图1。

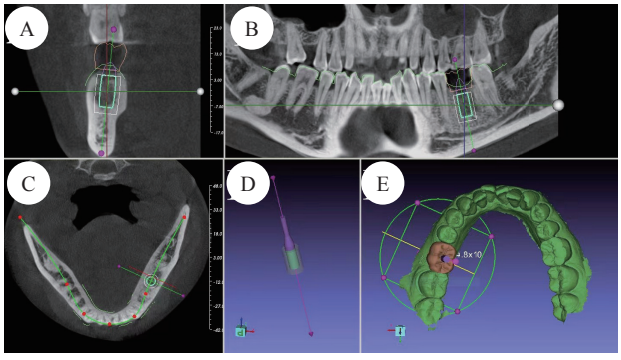


图1 种植导板术前设计 A为CBCT矢状位种植体和牙冠修复体虚拟设计；B为CBCT冠状位种植体和牙冠修复体虚拟设计；C为CBCT轴位种植体和牙冠修复体虚拟设计；D为种植体轴向；E为种植体在口扫模型中的轴向及牙冠修复体虚拟设计

注：CBCT为锥形束CT。

两组患者的种植修复体均由同一名技师采用同一种氧化锆瓷块（德国威兰德）进行加工。

1.4 观察指标

（1）评估两组患者种植体精准程度：种植后采用口腔数字化扫描系统采集口腔信息，将三维重建后与术前设计模型拟合，测量冠部偏差、颈部偏差、根尖部偏差、深度偏差及角度偏差。

（2）评估两组患者口腔修复效果：种植修复后无不适感，初次佩戴顺利，功能恢复良好为显效；初次佩戴有轻微不适感，经修改后消失，功能基本恢复为有效；修复效果不佳，功能无改善或出现明显不适为无效。修复总有效率=（显效例数+有效例数）/总例数×100%。

（3）统计两组患者种植后并发症发生情况，包括牙周出血、疼痛、种植体松动。

（4）评估两组患者的口腔功能：修复前后，采用咬𬌗力测定仪测量咬𬌗力，采用吸光度法测定咀嚼效率。

（5）评估两组患者的生活质量：修复前后，采用健康调查简表（the MOS item short from health survey, SF-36）评估，包括健康状况、睡眠质量、精神情感、社会功能4个维度，每个维度满分为100分，得分越高说明生活质量越好。

1.5 统计学方法

采用SPSS 23.0软件进行数据统计分析，计量资料以均值 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用t检验，计数资料以例数（n）和百分比（%）表示，组间比较采用χ^2检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组种植体精准程度比较

种植修复后，研究组的颈部偏差、根尖部偏差、深度偏差及角度偏差均显著低于对照组，差异有统计学意义（P<0.001）；研究组的冠部偏差也低于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）。见表1。

表1 两组种植体精准程度比较（$\bar{x} \pm s$）

组别	例数	冠部偏差（mm）	颈部偏差（mm）	根尖部偏差（mm）	深度偏差（mm）	角度偏差（°）
研究组	40	0.77 ± 0.14	0.40 ± 0.09	0.48 ± 0.14	0.45 ± 0.13	0.10 ± 0.03
对照组	40	0.85 ± 0.15	0.53 ± 0.11	0.61 ± 0.15	0.72 ± 0.15	0.15 ± 0.02
t值		2.465	6.402	4.435	9.521	9.707
P值		0.015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组口腔修复效果对比

研究组口腔修复总有效率为95.00%，高于对照组的77.50%，差异有统计学意义（P<0.05）。见表2。

表2 两组口腔修复总有效率对比［n（%）］

组别	例数	显效	有效	无效	总有效
研究组	40	17（42.50）	21（52.50）	2（5.00）	38（95.00）
对照组	40	14（35.00）	17（42.50）	9（22.50）	31（77.50）
χ^2值					5.164
P值					0.023

2.3 两组并发症总发生率对比

研究组并发症总发生率为5.00%，低于对照组的20.00%，差异有统计学意义（P<0.05）。见表3。

表3 两组并发症总发生率对比［n（%）］

组别	例数	牙周出血	疼痛	种植体松动	总发生
研究组	40	1（2.50）	1（2.50）	0	2（5.00）
对照组	40	3（7.50）	3（7.50）	2（5.00）	8（20.00）
χ^2值					4.114
P值					0.042

2.4 两组咬殆力及咀嚼效率对比

修复前，两组患者的咬殆力及咀嚼效率对比，差异无统计学意义（P>0.05）；修复后，两组患者的咬殆力及咀嚼效率均明显提高，且研究组的咬殆力和咀嚼效率均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）。见表4。

表4 两组咬殆力及咀嚼效率对比（$\bar{x} \pm s$）

组别	例数	咬殆力（N）		咀嚼效率（%）	
		修复前	修复后	修复前	修复后
研究组	40	83.25 ± 5.79	127.54 ± 7.41	55.47 ± 5.85	82.34 ± 5.87
对照组	40	83.36 ± 6.45	122.34 ± 6.85	55.36 ± 5.69	75.63 ± 6.67
t值		0.080	3.259	0.085	4.776
P值		0.936	0.001	0.932	<0.001

2.5 两组生活质量评分对比

修复前，两组患者生活质量评分对比，差异无统计学意义（P>0.05）；修复后，两组患者的生活质量评分均提高，且研究组4个维度的生活质量评分均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）。见表5。

表5 两组生活质量评分对比（分，$\bar{x} \pm s$）

组别	例数	健康状况		睡眠质量		精神情感		社会功能	
		修复前	修复后	修复前	修复后	修复前	修复后	修复前	修复后
研究组	40	70.31 ± 3.57	74.50 ± 4.15	70.51 ± 4.11	74.69 ± 3.96	70.53 ± 4.32	74.87 ± 4.15	70.47 ± 3.65	74.88 ± 3.79
对照组	40	70.29 ± 3.67	70.24 ± 3.96	70.59 ± 3.76	70.38 ± 4.05	70.49 ± 3.97	70.44 ± 3.96	70.53 ± 2.89	70.76 ± 4.13
t值		0.029	4.763	0.088	4.812	0.040	4.884	0.079	4.648
P值		0.977	<0.001	0.930	<0.001	0.968	<0.001	0.937	<0.001

3 讨论

牙列缺损是我国口腔临床的高发疾病，在普通人群中的发病率高达36.8%[7]。牙列缺损不仅会导致咀嚼功能受损，长期的缺牙还会引发颞下颌关节病变及言语功能损害，影响患者的面部美观及心理健康[8]。种植修复因不损伤邻牙及功能恢复较好，已成为牙列缺损的首选治疗方法[9]。种植体在颌骨内正确的三维位置是种植修复有良好愈后的关键因素。传统种植修复方法中种植体位置依赖医生主观经验判断，难以精准把控三维植入参数，易导致种植体偏差过大，进而影响修复体的被动就位与咀嚼功能，甚至引发神经损伤、感染及种植体松动等并发症[10]。

数字化导板技术通过高精度光学扫描设备获取精准口腔三维数据，然后通过拟合CT影像学信息进行可视化设计，测量出缺牙区的可用骨量，标记出下颌神经管、颏神经、鼻腭神经及上颌窦等重要的解剖标志，并通过3D打印导板将设计方案精准转移至手术过程，从而实现种植体定向、定量植入，显著降低操作难度，规避种植手术的高风险区域，减少手术的并发症[11]。本研究结果显示，研究组种植体各部位偏差均低于对照组，修复总有效率高于对照组，并发症总发生率低于对照组，与既往研究[12]结果一致。修复后研究组的咬殆力、咀嚼效率均显著高于对照组，分析其原因是研究组在设计数字化导板时，提前规划了修复体的合理位置，以“修复为导向”[13]设计种植体在骨内的三维位置，因此在后期修复后，修复体与对颌牙有良好的咬殆关系，修复体在受力后能将咬殆力量均匀传导至种植体，避免了受力不良导致的牙槽骨吸收及种植体开裂等并发症的发生[14]。

修复后研究组的生活质量评分高于对照组，

分析其原因是数字化导板技术最大限度地减小了手术过程中的创伤，术后患者的肿胀反应小，减轻了患者就医前后的焦虑紧张情绪，而且数字化导板的精准植入确保了种植体与周围骨组织的良好结合[15]，在修复后患者的咀嚼效率更高，更好地恢复了牙齿的功能，同时，避免了由软硬组织退缩吸收造成的金属基台暴露、龈乳头丧失、牙龈缘不对称等影响美学效果的术后并发症的发生[16]。修复体设计过程中可根据患者天然牙形态、色泽进行个性化优化，提升美观度与佩戴舒适度，进而改善患者精神状态与社会交往信心[17]。

本研究通过对80例口腔种植修复患者的随机对照研究证实，数字化导板技术在种植修复过程中具有显著应用优势：①种植精准度突出，可显著降低冠部、颈部、根尖部及深度偏差，规避重要解剖结构损伤风险，为修复效果提供核心技术支撑；②临床疗效确切，修复总有效率达95.00%，较传统种植方法提升了17.5个百分点，且术后并发症总发生率仅为5.00%，种植手术的安全性更高；③口腔功能与生活质量改善显著，修复后患者咬殆力、咀嚼效率及4个维度的生活质量评分均显著优于传统种植方法，就医体验更佳；④适配性强，在种植手术中通过使用数字化导板将种植体数据转移到导板上，使得种植手术操作流程简化。

综上，数字化导板技术有效解决了口腔种植修复中种植手术“精准度不足、操作难度高、并发症风险高”的核心痛点，契合了口腔种植修复对精准度和安全性日益增长的需求。未来可通过多中心、大样本、长期随访研究进一步验证其远期疗效，为口腔种植规范化诊疗提供更充分的循证医学依据。

[参 考 文 献]

[1] Ozkan A, Çakır D A, Tezel H, et al. Dental implants and implant coatings: a focus on their toxicity and safety [J]. J Environ Pathol Toxicol Oncol, 2023, 42(2): 31–48.

[2] Qiao S C, Wu X Y, Shi J Y, et al. Accuracy and safety of a haptic operated and machine vision controlled collaborative robot for dental implant placement: a translational study [J]. Clin Oral Implants Res, 2023, 34(8): 839–849.

[3] D’haese R, Vrombaut T, Hommez G, et al. Accuracy of guided implant surgery using an intraoral scanner and desktop 3D–printed tooth–supported guides [J]. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2022, 37(3): 479–484.

[4] Joda T, Ferrari M, Gallucci G O, et al. Digital technology in fixed implant prosthodontics [J]. Periodontology 2000, 2017, 73(1): 178–192.

[5] 戴宏远. 改良E字法口内扫描在口腔正畸数字化印模制作中的应用 [J]. 现代仪器与医疗, 2025, 31(1): 70–73.

[6] 陈吉华, 赵喆, 林娉婷, 等. 数字化技术与口腔个性化精准修复：建立人牙列动态数据库的临床意义 [J]. 空军军医大学学报, 2024, 45(10): 1081–1086.

[7] 李伟. 固定–活动义齿联合修复牙列缺损的疗效研究 [J]. 中国冶金工业医学杂志, 2019, 36(6): 709–710.

[8] 闵玉娣, 李英, 肖瑞, 等. 老年牙列缺损患者口腔健康素养调查及影响因素分析 [J]. 中华老年口腔医学杂志, 2026, 24(1): 25–30.

[9] 季仁兴. 常规修复术与口腔种植修复术治疗牙列缺损效果比较 [J]. 中国药业, 2024, 33(S1): 286–288.

[10] Yang Y, Hu C, Zhang Y, et al. Comparing digital and traditional guides in first molar implant surgery: a randomized clinical trial [J]. Technology and Health Care, 2022, 30(S1): 403–412.

[11] Li–Rodríguez J K, Díaz–Durany M, Romeo–Rubio M, et al. Accuracy of a guided implant system with milled surgical templates [J]. J Oral Sci, 2022, 64(2): 145–150.

[12] Schneider D, Sax C, Sancho - Puchades M, et al. Accuracy of computer - assisted, template - guided implant placement compared with conventional implant placement by hand: an in vitro study [J]. Clinical Oral Implants Research, 2021, 32(9): 1052–1060.

[13] 吴送送, 白雪晴, 王丽华. 数字化导板在上前牙种植修复中的临床应用 [J]. 中国美容医学, 2026, 35(1): 137–140.

[14] 汤春波, 褚壮壮. 种植体位置异常相关并发症及处理方式探讨 [J]. 口腔医学, 2023, 43(1): 28–34.

[15] Herschdorfer L, Negreiros W M, Gallucci G O, et al. Comparison of the accuracy of implants placed with CAD–CAM surgical templates manufactured with various 3D printers: an in vitro study [J]. J Prosthet Dent, 2021, 125(6): 905–910.

[16] 娄方芝, 张茂芮, 饶鹏程, 等. 数字化导板在前牙美学区种植修复应用的精确度研究 [J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(2): 170–176.

[17] 刘俊贤, 胡雅琴, 钟牧宜, 等. 口腔技师视角下数字化技术在前牙美学修复中的应用 [J]. 中国医学工程, 2021, 29(12): 47–51.